Lane Medical Library

Aus der chirurgischen Universitätsklinik der Charité
zu Berlin. Direktor: Geheimrat Hildebrand

Ueber embolische Verschleppung von Projektilen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der
Medizinischen Doktorwürde
an der
Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Berlin
Von

Hermann Grosse
Oberarzt, aus Hannover

Tag der Promotion: 22. September 1919

Emil Ebering, Berlin NW. 7, Mittelstr. 29

1919

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. His

Referenten: Prof. Dr. A. Köhler

Prof. Dr. Hildebrand

Meinen Eltern

Mit Vervollkommnung der Feuerwaffen und Einführung der kleinkalibrigen Geschosse in das Kriegshandwerk steigt auch das medizinische Interesse an den Wirkungen dieser Waffen. Die ersten genaueren Nachrichten von Wundärzten darüber stammen aus dem 15. Jahrhundert. Schon frühzeitig stellte man fest, daß neben den furchtbarem Zerstörungs- und „Vergiftungs"-Erscheinungen, die die Geschosse hervorrufen, sich auch gutartige Verwundungen zeigen, bei denen nicht nur ein reizloses Einheilen des Geschosses, sondern auch Bewegungen, sogar Lagewechsel des Projektils in Erscheinung treten.

Ein im Körper steckengebliebenes Geschoß bleibt vorläufig durch traumatische Entzündung eingekapselt eine Zeitlang liegen, fängt dann seinen Lagewechsel an und zeigt sich oft nach langer Zeit und an einer weit entfernten Stelle unter der Haut, wo es nach Beendigung seiner Wanderung sich durch Entzündungen bemerkbar macht. Man kann beobachten, daß der Fremdkörper oft infolge seiner Schwere sich senkt ohne an den Gefäßen etwas zu zerreißen, den Lauf der Säfte zu hindern oder die Bewegungen der Teile zu hemmen. Diese Bewegungsart zeigt gewissermaßen aktiven Charakter; man versteht demnach unter Wandern eines Geschosses das selbständige Fortbewegen, das sich nach Schwere, äußerer Form und noch mehr nach dem Ort des geringsten Widerstandes richtet, so daß wohl auch mal ein Fremdkörper entgegen dem Gesetze der Schwere wirken und wandern kann. Dieser aktiven Bewegung schließt sich oft eine Lageveränderung des

Geschosses mehr im Sinne einer passiven Bewegung an; je nach der Kräftewirkung, die als Ursache der Lageveränderung angesehen ist, kann man eine aktive und passive Bewegungsform hierbei beobachten. Wenn nach Durchwanderung von Muskulatur ein Fremdkörper an den Darm gelangt, ihn durchbohrt, dann aber im Darmkanal weiter befördert und fortgetrieben wird, so hat man es nach Eintritt in den Darm mit einer Verschleppung des Fremdkörpers zu tun.

Diese Verschleppung erfolgt in präformierten Räumen, wie Speiseröhre, Magen- und Darmkanal, Rückenmarkskanal, Brust und freie Bauchhöhle, sowie Blutbahn, wo Kräfte wirken, die den Fremdkörper in ihren Bahnen mit fortreißen. Unterzieht man dieses Fortschwemmen von Fremdkörpern in dem Kreislaufsystem näherer Betrachtung, so ist sein Vergleich mit der Thrombenembolie sehr auffallend. Verstopft ein Embolus einen Arterienast vollkommen, so muß eine Blutsperre des periphergelegenen Verzweigungsgebiets der verstopften Arterie mit anschließender Hyperämie und Stase die schließlich zur Nekrose des infarzierten Gewebes führt, die Folge sein. Dieser Verschleppung wird durch die Weite bezw. Enge des Gefäßastes ein Hindernis gesetzt; dies kann bei kleinsten Fremdkörperteilchen in den Kapillaren erfolgen, durch ihre Verstopfung entstehen die Kapillarembolien, die bei vereinzeltem Auftreten unschädlich sind, bei größerer Ausbreitung aber perniziöse Folgen für die Blutzirkulation und damit auch für die Funktion der Organe nach sich ziehen können. Vom peripherischen Venensystem aus gelangt der Embolus ins rechte Herz und von da in die Aeste der Lungenarterie. Bei offenem Foramen ovale kann er in den linken Vorhof, von da ins linke Herz und den großen Kreislauf geschleudert werden, der ihn in peripheren Teilen oder inneren Organen ablagert. Den gleichen Weg nehmen

auch alle Teile, die von den Lungenvenen oder dem linken Herzen unmittelbar herstammen. Während naturgemäß die Richtung des Embolus mit der Stromrichtung der den Fremdkörper tragenden Flüssigkeit übereinstimmt und somit als „typische Embolie" zu bezeichnen ist, gibt es unter besonderen Umständen noch zwei Formen von „atypischer Embolie", die retrograde (rückläufige) und die paradoxe (gekreuzte).

Die rückläufige Embolie kommt zustande, wenn eine Stromumkehr und damit eine Verschleppung in der dem normalen Blutstrom entgegengesetzten Richtung vorliegt. Diese Stromumkehr ist ihrerseits bedingt durch eine Druckänderung — Umwandlung des negativen Drucks in einen positiven — die im Brustraum als Folge von Veränderungen der Atmungsorgane auch eine wenigstens kurze Druckänderung in den Venen bewirkt. Der rückläufige Transport erfolgt dann nicht auf einmal, sondern in der Weise, daß bei jeder Herzkontraktion durch kleine stoßweise rückläufige Blutströmung kleinere Partikelchen peripherwärts zurückgeschoben werden.

Von einer gekreuzten Embolie spricht man dann, wenn der Embolus sich auf der entgegengesetzten Seite des Kreislaufes befindet wie die Stelle, von der er seinen Weg begonnen hat. Es kann dies unter Ausschaltung des Lungenkreislaufes nur zustande kommen, wenn dem Embolus das Foramen ovale zum Durchtritt vom rechten in den linken Vorhof offen steht, und er somit in den großen Kreislauf gelangt.

Wie oben schon erwähnt, kann man mit den so eben beschriebenen Formen der Thrombenembolie die verschiedenen Arten der Verschleppung von Projektilen in die Blutbahn in Vergleich ziehen. Eingehend hat sich als erster Schloffer (Prager chirurgische Klinik; S. Beitr. z. klin. Chir. 1903) mit der „embolischen Verschleppung von

Projektilen" befaßt. Es ist ihm darauf angekommen zu klären, inwieweit die Erfahrungen über Embolie sowie Thromben in Einklang zu bringen seien mit den von Projektilen, da hier doch das hohe spezifische Gewicht sowie die relative Größe starke Einschränkungen in der Gleichstellung der Thromben und Geschoßembolie aufzuerlegen scheinen. 1901 haben die von Schloffer veranstalteten Versuche zu Recht gezeigt, daß man wohl mit Fug und Recht von einer „embolischen Verschleppung von Projektilen" reden kann. Die Versuche haben darin bestanden, daß großen Kaninchen die Vena cava inferior freigelegt ist und nach ihrer provisorischen Unterbindung und Abschluß gegen die zu- und abführenden Gefäße durch eine Inzisionswunde in die Vene drei, ein andermal fünf Schrotkörner hineingebracht sind; gefunden sind die Schrotkörner in größeren Aesten der Lungenarterie. Bestätigung finden diese Versuche in der Friedens- und Kriegsliteratur.

In folgenden Uebersichten habe ich die in der Literatur aufgefundenen Fälle nach zwei verschiedenen Arten ähnlich den zwei Formen der Thrombenembolie aufgestellt:

I. Typische Embolie.

Lfd. Nr.	Autor	Eintritt in die Blutbahn	Lage des Geschosses	Ausgang	Bemerkungen
1	Schloffer	Ventrikel links	Art. subclavia in Nähe d. Art. axillaris	Resektion d. Art. am Sitz d. Projektils	Zuerst ischämische Lähmung d. r. Vorderarmes allmähliche Besserung
2	Schloffer	Art. femoralis rechts	Art. tibialis post. 1 cm unter d. Teilungsstelle d. Art. poplitea	Heilung	
3	Jecks	Aorta Höhe d. Pankreas	Bifurkation d. Aorta $3^1/_4$ Zoll unterhalb d. Eintrittsstelle	Tod nach $1^1/_2$ Std.	postmortal
4	Dittrich	Aorta ascendens	Tiefunten in d. Bauch Aorta	Tod sofort	
5	Lambotte und Hermann	Aorta Höhe d. Magens	Art. iliaca communis	Tod nach Laparotomie	
6	Davis	Vena cava superior	Ventrikel rechts	Tod nach 37 Tagen	Geschoß: ein Holzpflock
7	The Indians Annals of med Science	Vena pulmonalis links	Ventrikel links	Tod nach 10 Wochen	
8	Georg Benno Schmidt	Vena pulmonalis links	Art. femoralis rechts oberhalb d. Abgangs der Art. profunda femoris	Tod kurz nach der Verletzung	

Lfd. Nr.	Autor	Eintritt in die Blutbahn	Lage des Geschosses	Ausgang	Bemerkungen
9	Münzenthaler	Atrium links	nicht aufzufinden	Tod sofort	Geschoß: ein Schrotkorn, Atrium rechts u. beide Ventrikel unverletzt
10	Morestin	Ventrikel rechts	Art. pulmonalis	Tod	
11	Becchi u. Cossini	Vena pulmonalis	Ventrikel links	Tod nach 9 Tagen	
12	Hofmann	Art. pulmonalis links	Ast der Art. pulmonalis	Tod nach 4 Tagen	Durchschuß durch Ventrikel. haemorrhagischer Infarkt d. l. Unterlappens
13	Rubesch	Ventrikel links	Art. femoralis rechts	Amputation des r. Unterschenkels	Gangrän d. Unterschenkels
14	Kratter	Aorta abdominalis oberhalb d. Bifurkation	Art. iliaca communis	Tod kurz nach der Verletzung	
15	Freund u. Casparsohn	Vena cava inferior	Ventrikel rechts	Entfernung des Geschosses.Heilung	
16	Kiderlin	Ventrikel links	Aorta abdominalis Bifurkation	Tod nach 15 Tagen	
17	Dominicus	Atrium links	Aorta abdominalis Bifurkation	Tod nach 5 Tagen	

Lfd. Nr.	Autor	Eintritt in die Blutbahn	Lage des Geschosses	Ausgang	Bemerkungen
8	Dominicus	Art. pulmonalis	Ast d. Art. pulmonalis	Tod nach 5 Tagen	
9	Dominius	Ventrikel rechts	Ast d. Art. pulmonalis	Tod nach 2 Tagen	
10	Jaffé	Vena cava inferior	Ventrikel rechts	Tod nach 21 Tagen	
11	Hirsch	Vena jugularis interna	Atrium rechts	Tod nach 16 Stunden	Haemorrhagien im Herzbeutel infolge Verletzung d. Vena magna cordis.

Die ersten 12 Fälle hat Schloffer in der genannten Abhandlung mitgeteilt. Die übrigen stammen:

13. Beitr. zur kl. Chir. Bd. 80
14. Siehe Kiederlin
15. Münchener med. Wochenschrift 1918
16. Dissertation München 1915.
17. „ „ 1917.
18. „ „ „
19. „ „ „
20. S. Münchener med. Wochenschrift 1918.
21. „ „ „ „

Eingedrungen in das Kreislaufsystem, sei es nun Arterie oder Vene, wird das Geschoß vom Blutstrom erfaßt und in Richtung des Stromes fortgeschwemmt. Die Verschleppung kommt zum Stillstand, falls ungünstige Verhältnisse der Blutbahn, wie Verengung des Gefäßrohres, ganz von selbst die passive Bewegung des Geschosses zum Stehen bringen oder Hindernisse, wie Trabekel, Sehnenfäden, Klappen, dem Transport des Projektils in den Weg treten. Bei den aufgeführten 21 Fällen von „typischer Embolie" sind als Eintrittsstelle des Geschosses in die Blutbahn 7 mal die Arterien, 7 mal die Venen und 7 mal die Vorhöfe bezw. die Kammern des Herzens zu bezeichnen. Die Wahrnehmung bezw. Vermutung der „embolischen Verschleppung" wird durch die Sektion bestätigt; denn von den vorstehenden 21 Fällen sind 17 innerhalb bis spätestens 70 Tagen ad exitum gekommen.

In welcher Zeit erfolgt nun die Verschleppung des Projektils? Ob intravital oder postmortal, darüber können von den „typischen Emboliefällen" fast alle als ein solches Ereignis betrachtet werden, das während des Lebens eingetreten ist. Nur bei Fall Jecks (No. 3) wird man die Annahme einer postmortalen Lageveränderung des Geschosses nicht von der Hand weisen können, sie wird bestätigt durch die geringe Verschiebung, die das Projektil von der Eintrittsstelle in die Blutbahn bis zu der Stelle, wo es schließlich aufgefunden ist, vorgenommen hat. Die Behauptung einer intravitalen Verschleppung findet also nur unter den Bedingungen ihre Gültigkeit, wenn einmal das Projektil an seinem Fundort in dem Gefäßrohr so fest eingekeilt ist, daß seine Weite vollkommen abgeschlossen ist, zweitens der Weg, den das Geschoß zurückgelegt hat, ein solcher ist, wie er beim Transport der Leiche nicht eintreten kann; es muß also entweder das Herz passiert oder ein längerer Weg in dem Gefäßsystem zurückgelegt sein.

Bei den 4 Fällen, deren Wundverlauf von Erfolg gekrönt ist, hat die Embolie vollkommen verschiedene Wirkungen ausgeübt. Bei Fall No. 1 macht sich, wie dies sonst gelegentlich nach Unterbindungen dieser Arterie vorkommt, eine ischaemische Lähmung des Vorderarmes bemerkbar. Ernährungsstörungen sind nicht aufgetreten. Die Muskeln aller drei Nerven sind in gleicher Weise von der Lähmung ergriffen, während die des Oberarmes nicht im geringsten betroffen sind. Durch diese Erscheinung ist Schloffer auch erst auf die Spur des vorher vergeblich gesuchten Projektils gelangt. Die Sensibilität des Vorderarmes hat sich bald wieder hergestellt.

Das verletzte linke Bein (Fall No. 2) fühlt sich am Unterschenkel und Fuß kühler als das rechte an. Sensibilität und Motilität sind jedoch nicht gestört. Mächtige Anschwellung besteht am rechten Oberschenkel, der Puls an der Arteria tibialis post. ist rechts deutlich, links schlecht oder gar nicht zu tasten.

Im Fall No. 13 macht die Embolie in der rechten Arteria femoralis infolge Gangrän des Unterschenkels seine Absetzung erforderlich, während das im Fall No. 15 im rechten Ventrikel durch die Kontraktionen fest in die Trabekelwand des äußersten Zipfels eingepreßt verschleppte Projektil durch Operation entfernt und eine Heilung ohne irgend welche nachteilige Schädigung des Herzens herbeigeführt wird.

Neben dieser „typischen Embolie" der Projektilverschleppung lassen sich auch Fälle atypischer Verschleppung von Fremdkörpern ähnlich der atypischen Thrombenembolie mit ihren retrograden und paradoxen Abarten aufweisen.

II. Atypische Embolie (S. Schloffer)

A. Retrograde Embolie

Lfd. Nr.	Autor	Eintritt in die Blutbahn	Lage des Geschosses	Ausgang	Bemerkungen
1	Simons	Vena cava inferior in Höhe d. 6. Rippe am Brustbein	Vena iliaca communis Ursprung	Tod nach 4 Tagen	postmortal
2	Singleton	Aorta ascendens	Ventrikel links	Tod nach 54 Tagen	
3	Blumhardt	Art. pulmonalis linker Ast	Ventrikel rechts	Tod sofort	postmortal
4	Borszeky	Vena subclavia über Vena cava sup. rechtes Herz Vena cava inferior	Lebervene	Tod sofort	zuerst typische, dann atypische Embolie
5	Tegeler	Aorta ascendens	Aorta in d. Semilunarklappen verwachsen	Tod	zufällig bei der Sektion festgestellt
6	Viscontini	Art. pulmonalis	Ventrikel rechts frei zwischen den Ansetzen des Papillarmuskels	Tod nach 12 Min.	infolge Verletzung des Rückenmarkes
7	Kathe	Vena cava inferior nach Leberdurchbohrung	Vena cava inferior 5 cm unterhalb d. Eintrittsstelle	Tod	infolge Peritonitis

B. Parydoxe Embolie

1	Specht	Vena femoralis	Ventrikel links	Tod nach 10 Tagen	Münsch. med. Wsch. 1917

Ob die Ursache der rückläufigen Embolie ganz vergleichbar ist mit der der Thrombenembolie, muß dahingestellt bleiben. Wenn man auch Fall 1 und 3 der Tabelle II als eine postmortale Lageveränderung ansehen muß, so sind doch die bleibenden 5 intravital erfolgten Projektilembolien nicht ganz mit den Thrombenembolien der atyschen Form zu vergleichen und zu klären. Wie schon früher gesagt, spricht für das Zustandekommen des Thrombenembolie hauptsächlich Druckveränderung im Brustraum mit. Hier dagegen darf noch ausschlaggebend sein, einmal die Schwere des Geschosses, dann aber auch die Kreislaufstörungen, die bei Eröffnung der Blutbahn durch das Projektil infolge größerer Blutungen naturgemäß entstehen können. Eine allgemeine physikalische Begründung wird sich nicht finden lassen, man muß versuchen von Fall zu Fall für die embolische (retrograde) Verschleppung eine Erklärung zu finden. Bei Fall 2 und 5 ist jedesmal die Eintrittsstelle des Geschosses an der Aorta ascendens dicht oberhalb ihres Ursprunges festgestellt, gefunden wird das Projektil einmal im linken Ventrikel, dann ist es verwachsen mit den Semilunarklappen der Aorta; beidesmal wird wohl in Folge seiner Schwere das Geschoß während der Diastole bis in den linken Ventrikel gefallen beziehungsweise schon vorher durch die Semilunarklappen festgehalten sein. Mit diesen beiden Fällen wäre Fall 6 und 7 zu vergleichen, wo infolge Schwere des Geschosses eine Wanderung gegen den Blutstrom doch nur auf kurze Entfernung erfolgt. Sehr lehrreich und zugleich eigenartig erscheinen die Vorgänge bei Fall 4. Zuerst erfolgt eine Verschleppung des Geschosses von der Vena subclavia über Vena cava superior ins rechte Herz, also m i t dem Blutstrom, dann vom rechten Herzen über Vena cava inferior in eine Lebervene, das wäre g e g e n den Blutstrom. Ob hier allein die Schwere des Projektils bestimmend für diese rückläufige Fortbe-

wegung auf einer so langen Bahn anzusehen ist, scheint kaum annehmbar, vielmehr wird auch hier die durch die Verwundung entstandene Kreislaufstörung verbunden mit Aenderung des Druckes im Brustraum die Wanderung des Geschosses bedingt und gefördert haben.

Wenn auch nicht soviel Fälle wie bei der retrograden Embolie der Projektilverschleppung mir bei der näheren Besprechung der 2. Form der atypischen Embolie zur Verfügung stehen, so dürfte dieser eine in der Literatur angegebene Fall genügen, daß auch bei Geschoßembolien die paradoxe Art festgestellt ist. Bei Fall 1 (Specht) dringt das Geschoß in die Vena femoralis ein, wird vom Blutstrom durch die Vena cava inferior in den rechten Vorhof fortgeschleppt, von hier durch das offene Foramen ovale in den linken Vorhof, weiter in den linken Ventrikel, wo es durch Speckgerinnsel fest mit der Hinterwand der Kammer verklebt. Von den aufgeführten 8 Fällen atypischer Embolie sind 5 innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit ad exitum gekommen.

Wie eine Anzahl der Fälle zeigen, ist es nicht immer möglich gewesen schon von vornherein die Diagnose auf embolische Verschleppung eines Projektils zu stellen. Schloffer hat es in zwei Fällen (Tab. I No. 1 und 2) und Freund (Casparsohn) und Rubesch haben in je einem Falle (Tab. I, No. 15 und 13) durch die Operation es bewiesen, daß ihre Diagnose zu recht bestanden hat. Jedesmal hat das Geschoß entfernt werden können, alle 4 Patienten sind als geheilt zur Entlassung gekommen.

Während bei Fall No. 15 die Diagnose auf Grund der Röntgenuntersuchung sich hat stellen lassen, — Erscheinungen von seiten des Herzens haben vollkommen gefehlt —, sind für Schloffer und Rubesch bei ihren drei Patienten folgende Symptome kennzeichnend für die embolische Verschleppung der Projektile gewesen:

1. Schmerzen als Ausdruck der Ischämie;
2. Veränderungen des Pulses;
3. Herabsetzung der Temperatur.

Von diesen drei Symptomen dürfen besonders Schmerzen in der von der Embolie betroffenen Extremität die Aufmerksamkeit rechtzeitig auf eine Projektilembolie lenken.

Trotz der günstigen Gelegenheit, die der Krieg bei den unzähligen Geschoßverletzten für Beobachtung auf embolische Verschleppung von Projektilen geboten hat, ist die Zahl der bekannten Fälle doch sehr gering; sie läßt sich bei Durchsicht der älteren Literatur vor dem Kriege auf 29 Fälle steigern. Daß so selten ein frühzeitiges Erkennen möglich ist, beruht einmal wohl auf den geringen Herzbeschwerden, obwohl doch das Herz sehr oft mitbetroffen ist, dann auch in dem rasch eintretenden Ableben und der dann selten vorgenommenen Sektion.

Literatur

1. Veröffentlichungen aus dem Gebiete des Militär-Sanitätswesens (Heft 1).
2. **Schmaus**, Pathologische Anatomie.
3. Zentralblatt für Chirurgie 1877—1916.
4. **Kiderlen**, Inaugural-Dissertation 1915.
5. **Dominicus**, Inaugural-Dissertation 1917.
6. Virchowscher Jahresbericht bis 1918 (Abschn. Kriegschirurgie).

Lebenslauf

Geboren wurde ich, Hermann Adolf Billy Grosse, am 27. Oktober 1886 zu Hannover, als Sohn des Kaufmanns Adolf Grosse. Die Schulen besuchte ich in Wiesbaden, Frankfurt a. M., Cassel und Hann. Münden, wo ich 1907 das Zeugnis der Reife erlangte. Ich studierte dann in Berlin als Angehöriger der Kaiser Wilhelms-Akademie. Hier bestand ich 1914 das Staatsexamen, nachdem ich 1907 meine Dienstpflicht als Einjährig-Freiwilliger beim 4. Garde-Regt. zu Fuß genügt und die ärztliche Vorprüfung im Winter 1910/11 in Berlin bestanden hatte. Im August 1914 rückte ich als Assistenzarzt mit meinem Friedenstruppenteil ins Feld, wo ich als Truppen- und Lazarettarzt tätig war. Von 1916 an war ich als Adjutant beim Korpsarzt eines Generalkommandos. Jetzt bin ich als Oberarzt beim Sanitätsamt des VII. A.-K.